

· 施 工 ·



新海鳄轮在曹妃甸三港池施工效率的分析

李 竹

(河海大学, 江苏 南京 210098)

摘要: 为更进一步提高绞吸挖泥船施工效率, 通过对新海鳄轮挖泥船在曹妃甸三港池施工中的经验进行总结, 提出几项建议措施, 以达到保证安全施工的前提下提高施工效率、节能、降耗、降本、增效的目的。

关键词: 绞吸船; 施工效率; 新海鳄轮

中图分类号: U 674.29

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)03-0173-04

Construction efficiency of Xinhai'e ship in the third harbor basin of Caofeidian

LI Zhu

(Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Based on the summarization of the experience that the Xinhaie CSD work in third harbor basin in Caofeidian, this paper proposes several measures to ensure the safety of construction, improve construction efficiency, and reduce the cost.

Key words: cutter suction dredger; construction efficiency; Xinhai'e ship

1 工程概况

工程位于唐山港曹妃甸港区三港池内, 航道等级为3万吨级, 航道设计底高程-12.0 m, 底宽150 m, 航道总长度26.5 km, 疏浚总方量约为1 893.45万 m^3 。

2 影响新海鳄轮在曹妃甸三港池施工效率的几个因素

绞吸挖泥船在施工过程中, 发电机和泥泵的功率是一定的, 在施工过程中改变的可能性很小。而针对在曹妃甸三港池施工的新海鳄轮来说, 绞刀头的类型、泥泵的叶轮都是相对确定的。绞刀头的类型为齿式绞刀, 水下泵叶轮叶片数为3个, 两个舱内泵叶轮叶片数均为5个。根据曹妃甸的施工条件, 可以改变以下几个方面来调节绞吸式挖泥船的施工效率: 泥泵转速、排泥管路、施工布置及方法; 还有一些方法可提高绞吸

式挖泥船施工效率, 如控制挖泥吹填距离、选用耐磨材料的管线等, 在这里不做过多说明。

3 提高新海鳄轮在曹妃甸三港池的施工效率的措施

3.1 泥泵转速

泥泵的工作转速 n 、压头 ΔP 、流量 Q 、功率 N 、效率 η 为泥泵的5大特性参数, 相互之间的关系遵循比例定律及切割定律。

当转速变化较小时, 流量、压头、功率、效率和转速之间存在如下比例关系^[1]:

1) 流量与转速成正比。

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (1)$$

2) 压头与转速平方成正比。

$$\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \quad (2)$$

3) 功率与转速的立方成正比。

收稿日期: 2013-06-09

作者简介: 李竹(1991—), 男, 助理工程师, 从事航道疏浚施工工作。

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \quad (3)$$

式中： $Q_1, \Delta P_1, N_1$ 分别为转速改变为 n_1 时的流量、扬程和功率； $Q_2, \Delta P_2, N_2$ 分别为转速改变为 n_2 时的流量、扬程和功率。

在转速变化相对较小的情况下可以近似认为效率保持不变。但严格地说，当泥泵在最佳转速时效率最高；偏移了最佳转速，效率都要下降。

参考这一定律，流量、转速和压头之间存在图1所示的关系。

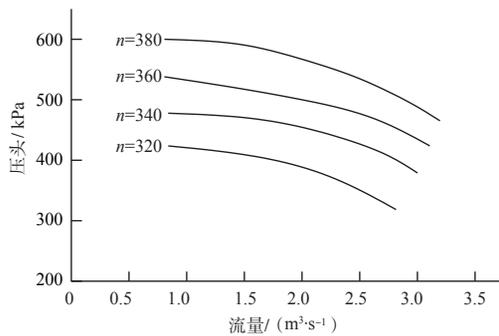


图1 不同转速下的泥泵特性曲线^[2]

从图1可以看出，如果泥泵的转速增大，则总压头也随之增大，泥泵特性曲线上移；反之，转速减小，总压头降低，泥泵特性曲线下移。当流量一定的情况下，泥泵叶轮转速越高，总压头越大。

3.2 排泥管路

排泥管线分水上浮管、沉管和岸管，合理布置排泥管线对提高绞吸式挖泥船生产效率有重大意义。

3.2.1 排泥管道与船舶生产效率的关系

绞吸船生产效率取决于流量（ Q ）和泥浆浓度（ P ）：

$$W = 3\ 600QP \quad (4)$$

式中： W 为挖泥船生产效率（ m^3/s ）； Q 为泥浆流

量（ m^3/s ）； P 为泥浆浓度（%）。

泥浆流量与流速之间的关系如下：

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} v \quad (5)$$

式中： Q 流量（ m^3/s ）； v 为流速（ m/s ）； D 为管道直径（ m ）。

从式（5）可知，当管道直径确定后，流量与流速成线性关系。而管道里流体的流速取决于管道的压力差，对离心式泥泵装置系统来说，系统的各种阻力是产生系统压力差的根本因素。管道里的压力差和流体流速的关系实质上是管道阻力和流速的关系，把管道系统的阻力称为管道的需要总压头。不同长度管路与总压头之间的关系见图2。

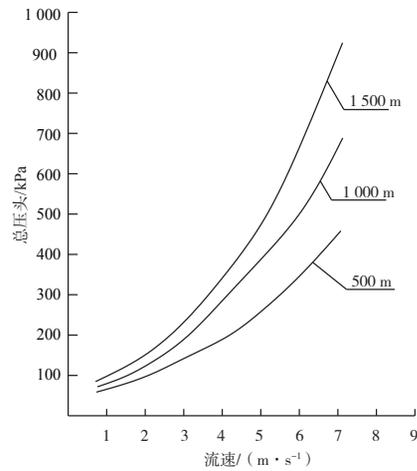


图2 不同长度的管路清水特性曲线

需要的总压头由吸泥管道和排泥管道的阻力组成。这些阻力包括：将管路内的泥浆从零开始加速直至变为流体的阻力、在吸泥管路吸口处遇到的阻力、管路内的阻力及其他的阻力，如管路的弯道及其他节流件所产生的阻力^[2]。下面以新海鳄轮2013年5月的施工参数为例进行说明。

从表1可以看出，5月15日与5月20日的管线长度均相同。根据公式计算得出这两天的挖泥效率

表1 5月份施工参数

日期	管线长度/m	流速/($m \cdot s^{-1}$)	浓度/%	时间利用率/%	产量/ m^3	油耗/t	单位油耗/($t \cdot m^{-3}$)
5月1日	9 968	4.19	21.1	95.49	32 760	31.0	9.46
5月5日	10 539	4.43	25.7	82.29	32 000	34.5	10.78
5月10日	10 843	4.34	29.0	86.11	35 000	38.0	10.81
5月15日	10 264	4.55	27.8	84.03	33 000	38.0	11.52
5月20日	10 264	4.48	24.5	59.03	26 000	28.5	10.96

注：表中数据为当天记录数据的平均值。

如下：

$$W_1 = QP = 2\,582 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$W_2 = QP = 2\,276 \text{ m}^3/\text{s}$$

5月15日的挖泥效率比5月20日的要大306 m³/s，但5月20日的时率较小，挖泥时间短，一部分柴油的能量在空转中消耗掉了，但5月20日的单位油耗却比5月15日少了0.56 t/m³。可见一味追求高浓度高流速可能效率是增加了，浪费的能量也较多。这是因为泥管内泥浆流速高于临界流速处于超临界流速时，大量的能量消耗在泥沙颗粒的均匀悬浮上，压头消耗也增加。施工中还需不断实践，结合土质工况等外界因素确立合理的流速与浓度。

3.2.2 排泥管中的流速

排泥管中流速的确定，在施工效率控制、设备机具使用时间以及成本的降低方面起到关键作用，临界流速下施工各方面都可达到最佳。但实际施工中受很多因素影响和制约，很难在临界流

速下施工，一旦小于临界流速，泥沙就会在管道内沉积，产生堵管现象。不同土质、不同浓度泥浆的临界流速见图3，4。

对于给定的泥泵装置系统，泥泵临界流速主要取决于泥浆中泥沙颗粒的粗细、泥浆浓度和管径。通过图3和4可以看出，泥沙越粗，临界流速就越高；当输送高浓度泥浆时，临界流速也较高。泥浆临界流速也和输送管道的直径有关，管道直径较大时，泥浆的临界流速也增高，因为维持大管径里泥沙悬浮耗能更大。

为确定施工中的临界流速，下面介绍几个公式^[1]：

1) 均匀流速 v_H 的最低流速公式（Newitt公式）。

$$v_H = \sqrt[3]{1\,800gv_{ss}D} \quad (6)$$

式中： v_H 为均匀流动临界流速（m/s）； g 为重力加速度（9.81 m/s²）； v_{ss} 为沙粒静水中的沉降速度（m/s）； D 为排泥管径（m）。

2) 荷兰IHC公式。

$$v_c = 1.7 \left(5 - \frac{1}{\sqrt{d_s}} \right) \sqrt{D} \quad (7)$$

式中： v_c 为泥浆的临界流速（m/s）； d_s 为沙粒的平均粒径（mm）； D 为排泥管径（m）。对于较低浓度的泥浆，应稍低于此式的计算值。

3.3 施工布置及方法

3.3.1 分层分条^[3]

为了确保工程优质完成，在船舶施工期间，应有效减少换桩、泵送清水、移船等无效施工时间，最大程度提高船舶施工效率。在绞吸船挖掘能力的容许范围下，通过摸索不断优化分层厚度，合理确定施工分条宽度，提高船舶施工效率。新海鳄在曹妃甸由西向东施工，由于挖宽要求150 m，船舶最大挖宽约100 m，故分两条施工，每条75 m。所挖土为原状土，开挖面高低不平，故分层施工依具体情况而定。

3.3.2 绞刀转速

在施工中，根据不同土质属性，合理确定绞刀转速对施工机具的适应性、切削力与挖掘效率至关重要。

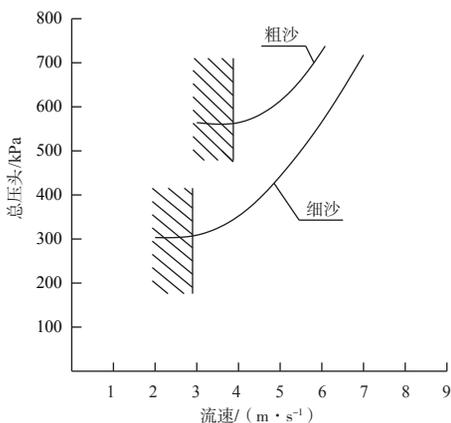


图3 不同土质泥浆的临界流速

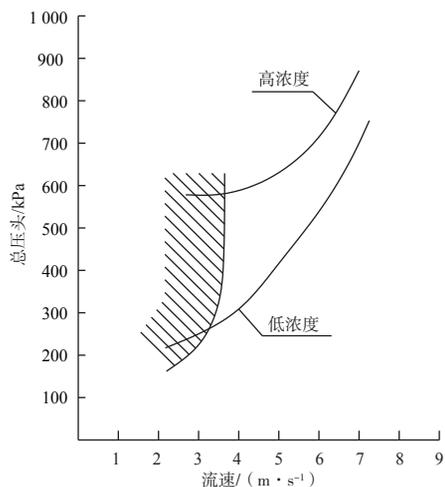


图4 不同细沙浓度泥浆的临界流速

在绞刀功率一定的情况下，不同的绞刀转速对不同土质的适应性有着很大影响。在设备的安全范围内，适当提高绞刀转速，使挖掘力减小，易使块状泥土切割得更碎、泥土管道输送流态更佳。但绞刀的转速不是越高越好，必须与泥泵机组输送能力相匹配，绞刀高转速，易使泥土产生泵送效应而造成遗漏量的增加；合理匹配绞刀较高转速可以降低泥土块的尺寸、减少施工泥土遗漏量。

4 结 语

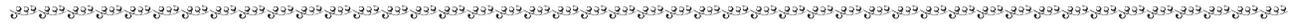
根据新海鳄轮在曹妃甸三港池施工的经验，合理确定泥泵转速、设置排泥管路以及根据具体的施工条件确立分层分条施工方法，是提高绞吸挖泥船的施工效率的有效途径，能使其在有效运转的时间内，达到持续稳定的产量。合理确定泥

泵转速不仅可以提高挖泥效率，也能节约成本降低油耗。合理设置排泥管路可以减少管道中泥浆的能量损失。合理分层分条施工，需要有足够的经验，根据土质情况的不同而选择，从而优化挖泥过程，减少挖泥时间，提高工程质量。

参考文献：

- [1] 张树彬. 如何通过现场可控因素提高绞吸船施工效率[C]//第十九届世界疏浚大会论文集. 北京: 中国疏浚协会, 2010.
- [2] 上海航道局. 疏浚技术培训教材[R]. 上海: 上海航道局, 2000.
- [3] 谷银远, 周强. 新海燕轮连云港港旗台港区25万吨级矿石码头港池加深及淤槽疏浚工程施工工艺及效能分析[J]. 上海航道科技, 2012(2): 156-159.

(本文编辑 武亚庆)



· 消 息 ·

科伦坡港南集装箱码头项目疏浚作业进入新阶段

3月8日，施工方中交广航局的万方耙“万顷沙”安全抵达斯里兰卡科伦坡港池水域，开始对中国港湾总承包的科伦坡港南集装箱项目的港池扫浅施工。

科伦坡港南集装箱码头项目合同额3亿多美元，工期28个月。码头岸线总长1 200 m，陆域面积0.58 km²，码头前沿水深-18 m，设计吞吐量为240万TEU。

斯里兰卡科伦坡港南集装箱码头项目是中国港湾在南亚市场的一大战略性工程，由中交广航局负责港池疏浚及吹填工作，并采用虹喷加抛填整体成型填筑施工工艺。项目建成后，将进一步巩固科伦坡港作为南亚区域中转枢纽的地位，使科伦坡港成为整个南亚的航运中心。

(摘编自《中国交通建设网站》)

中国港湾安哥拉洛比托港扩建项目顺利完工

近日，安哥拉洛比托港务局正式签署了洛比托港扩建项目移交证书，至此该项目全部完工并顺利移交。

该项目是目前中国交建在海外完成的规模最大的港口项目，合同额约12亿美元，采用EPC合同模式，由中国港湾EPC总承包，四航院、四航局分别负责设计和施工，中港机电分公司负责设备采购。

该项目于2013年11月30日完工，比业主预定的完工日期提前了1个月。被中国港湾授予2013年度“特别贡献奖”。

(摘编自《中国交通建设网站》)